

internationaux, et les volumes demandés ont été envoyés à la Société, pour sa bibliothèque, avec le plus gracieux empressement.

M. le Président décide qu'une lettre de remerciements sera écrite, au nom de la Société, à l'auteur de cette libéralité.

M. Mer fait à la Société la communication suivante :

DE L'INFLUENCE DE L'OMBRE ET DE LA LUMIÈRE SUR LA STRUCTURE, L'ORIENTATION ET LA VÉGÉTATION DES AIGUILLES D'*ABIES EXCELSA* ;  
par M. E. MER.

J'ai déjà plusieurs fois appelé l'attention sur les différences de forme et de structure que présentent les feuilles de divers arbres, et notamment les aiguilles d'Épicéa, suivant qu'elles végètent à l'ombre ou à la lumière (1). Dans le courant de l'été dernier, j'ai entrepris une étude plus complète de ce sujet. J'ai constaté en outre que ces aiguilles présentent, suivant les conditions d'éclairage qui leur sont départies, des dispositions fort variables et peu connues, je crois. Il suffit, pour s'en convaincre, d'observer avec attention des individus ayant à peu près le même âge (dix à vingt ans), soit isolés, soit situés dans l'intérieur ou sur la lisière d'un massif.

§ I. *Épicéas isolés.* — *a.*) Examinons une pousse terminale sur un verticille situé à quelque distance au-dessous de la flèche. Elle est sensiblement horizontale, mais les aiguilles sont loin d'avoir la même structure, les mêmes dimensions, et d'être disposées de la même manière sur toute sa périphérie. A la face supérieure, elles sont courtes, inclinées sur le rameau, forment avec lui un angle assez aigu, le grand axe de leur section transversale étant placé plus ou moins verticalement. Elles sont donc exposées par leur tranche à la lumière, le plan formé par les canaux résineux se trouvant horizontal. Sur les côtés, le nombre des rangées d'aiguilles varie suivant la vigueur du rameau (3-5). Ces aiguilles sont d'autant plus longues, disposées d'autant plus à plat et forment avec le rameau un angle d'autant plus ouvert, qu'elles sont plus rapprochées de la face inférieure de ce dernier. Le grand axe de leur section transversale s'incline ainsi de plus en plus sur l'horizon. Enfin, à la face inférieure elles sont situées complètement à plat, le plan formé par leurs canaux résineux étant vertical. Elles sont plus longues que toutes les aiguilles supérieures, qu'elles débordent souvent, et font avec le rameau un angle aigu très ouvert, qui parfois devient droit. Bien qu'insérées sur la face

(1) *Bull. Soc. bot. de Fr.* t. XXII, p. 199 (note); t. XXIV, p. 109 (note); t. XXVI, p. 15, et t. XXVII, p. 23.



inférieure, elles ne s'accroissent pas dans leur direction première; mais, par suite d'une torsion dont leur pétiole est le siège, elles se séparent les unes des autres par une raie longitudinale, de chaque côté de laquelle elles se disposent symétriquement, laissant à découvert le rameau. Chez les individus d'une vigueur moyenne, elles se rangent sur un plan horizontal; chez ceux qui sont très vigoureux, elles se relèvent au-dessus de l'horizon en se recourbant, tandis que dans les arbres dont la végétation est affaiblie, elles s'infléchissent au-dessous de l'horizon. Si dans un coup d'œil général on envisage la situation de toutes les rangées d'aiguilles, on voit que les choses se passent comme si celles qui sont insérées sur la face supérieure, de verticales qu'elles étaient, s'inclinaient de plus en plus sur l'horizon.

De la diversité des angles que les aiguilles font avec le rameau qui les porte, de leur différence en longueur et en orientation, il en résulte qu'elles se recouvrent peu et reçoivent une quantité de lumière sensiblement égale. Cet ensemble de dispositions, si nécessaire pour que des feuilles réunies en aussi grand nombre sur un espace restreint n'arrivent pas à se nuire réciproquement, est dû à la combinaison du géotropisme négatif (1) (apogéotropisme de Ch. Darwin), et de cette action directrice de la lumière (diahéliotropisme et parhéliotropisme du même auteur) qui a pour effet de placer les feuilles dans la position où elles peuvent recevoir l'éclairage le plus favorable. Si cette action directrice n'existait pas, le géotropisme, agissant seul, relèverait les aiguilles de la face inférieure et leur ferait former avec le rameau un angle d'autant plus aigu, que ce rameau serait plus vigoureux (2); se trouvant ainsi plus ou moins appliquées contre lui, elles seraient couvertes par son ombre. Si, au contraire, le géotropisme n'existait pas et que seule l'action directrice de la lumière fût en cause, elle aurait bien pour effet d'écartier ces aiguilles les unes des autres, afin qu'elles ne subissent pas l'ombrage du rameau; mais celles-ci, cédant à leur poids, s'inclineraient plus ou moins au-dessous de l'horizon. L'intervention du géotropisme a précisément pour but de les relever, de manière qu'elles soient éclairées presque normalement. Cette force vient donc en aide ici à l'action de la lumière. En agissant de même sur celles de la face supérieure, elle les relève et les empêche de s'appliquer contre le rameau. Ces dernières aiguilles, n'étant recouvertes par aucun objet, reçoivent directement la lumière. Aussi leur suffit-il d'être placées de profil. La disposition à plat ne leur serait cependant pas nuisible, car

(1) Comme dans tout ce qui va suivre, il ne sera question que du géotropisme négatif, j'emploierai uniquement le terme géotropisme, pour abrégier le langage.

(2) Je regarde en effet comme établi que le géotropisme négatif ou positif varie toujours en raison directe de la vigueur de l'organe, proposition que j'ai essayé de démontrer par divers exemples (voyez *Bull. Soc. bot. de Fr.* t. XXVIII, p. 216 et suiv.).



les feuilles d'Épicéa ont besoin d'une vive lumière pour assimiler convenablement ; mais, comme elles sont très nombreuses, il est nécessaire avant tout qu'elles ne se recouvrent pas. La position de profil, tout en étant moins avantageuse pour chacune d'elles, leur permet de ne pas se nuire réciproquement. Ici encore c'est l'action directrice de la lumière qui amène ce résultat. Le géotropisme agit aussi favorablement sur les aiguilles latérales, en les empêchant de s'appliquer les unes sur les autres, en les maintenant chacune à son niveau. L'action directrice de la lumière produit sur elles un effet non moins avantageux ; car, à mesure qu'elles occupent un rang plus inférieur et sont exposées à se recouvrir davantage, elles ont besoin de plus de jour, résultat qu'elles atteignent par deux moyens : en se plaçant d'abord de moins en moins de profil, puis de plus en plus obliquement au rameau, ce qui leur permet de se glisser dans les interstices les unes des autres. Grâce aux actions combinées du géotropisme et de la lumière, elles se maintiennent dans une position moyenne, telle que chacune est éclairée suffisamment, tout en nuisant le moins possible à ses voisines.

La diversité d'orientation des aiguilles sur un même rameau par rapport à la lumière entraîne des modifications correspondantes dans leur structure. Je vais les passer successivement en revue. Mais quelques considérations préalables sur l'anatomie générale des aiguilles d'Épicéa sont nécessaires. La section transversale de ces organes se rapproche plus ou moins de la forme d'un losange arrondi aux angles. La différence entre les diagonales est d'autant plus grande, que les aiguilles ont une végétation moins active. Dans celles qui sont très vigoureuses, ces diagonales deviennent presque égales. Les canaux résineux sont situés aux extrémités de la petite diagonale. Sous l'épiderme se trouve un revêtement de cellules scléreuses, à parois très épaisses, destinées à consolider l'organe. Ces cellules sont doublées, et quelquefois triplées, aux extrémités de la grande diagonale. Le nombre de ces cellules de renforcement est plus considérable à celle de ces extrémités qui correspond à l'arête extérieure de l'aiguille. Le faisceau central est orienté de telle façon que la ligne qui, sur une section transversale, traverse successivement les trachéides, les cellules et les fibres libériennes, est parallèle à la grande diagonale, et que ces derniers éléments se trouvent tournés vers l'extrémité de cette diagonale où les cellules scléreuses sont en plus grand nombre. La connaissance de ces faits permet de déterminer, d'après l'examen de la coupe transversale, l'orientation de l'aiguille quand les diagonales sont devenues égales, et même de la rétablir quand elles se trouvent interverties et que les canaux résineux, au lieu d'être situés comme d'habitude aux extrémités de la petite diagonale, le sont aux extrémités de la grande,



ainsi que cela se présente parfois dans les aiguilles très vigoureuses, par exemple dans celles qui se développent au-dessus des galles produites par le *Kermes Abietis*.

Cela posé, si nous examinons les sections transversales des aiguilles dans les trois situations que nous venons de considérer : face supérieure, face latérale, face inférieure du rameau, nous constatons que, dans la première de ces positions, la différence des diagonales est plus faible que dans la seconde et surtout que dans la troisième, la surface de section suivant une gradation inverse, ce qui correspond à une épaisseur de plus en plus restreinte de l'organe. Les aiguilles de la face supérieure, étant éclairées presque également sur toute leur périphérie, présentent un parenchyme en palissade, homogène sur tous les points de leur contour. Il n'en est plus de même de celles qui occupent la face inférieure. Comme elles sont éclairées inégalement, le parenchyme assimilateur n'est plus homogène, ainsi que cela arrive toujours en pareil cas. Étant aplaties, elles présentent deux pages. Les palissades sont un peu plus grandes à la page supérieure. Dans ces aiguilles, tous les éléments ont de plus faibles dimensions qu'à la face supérieure du rameau : les cellules du parenchyme sont plus petites, l'hypoderme de renforcement est moins développé, le faisceau est composé d'éléments moins nombreux et moins volumineux, l'épaisseur des parois est plus faible, tous caractères qui annoncent une végétation moins vigoureuse. Quant aux aiguilles latérales, leur structure participe de celle des aiguilles garnissant les deux faces.

β.) Si nous passons maintenant à l'examen d'un rameau appartenant au dernier verticille, nous voyons que sa direction est plus oblique à l'horizon, et que la disposition de ses aiguilles n'est plus tout à fait la même que celle qui vient d'être décrite. Ce qui frappe surtout, c'est qu'elles sont moins divergentes à la face inférieure, et que la raie qui les sépare dans les rameaux situés plus bas est ici moins accusée. Elle disparaît même complètement dans ceux qui sont très vigoureux, sans qu'il soit nécessaire néanmoins que leur direction ait atteint la verticale. C'est ainsi que parfois cette raie ne se remarque plus sur la pousse terminale du rameau, tandis qu'elle persiste sur les deux branches latérales qui confinent à cette pousse. Toutes les trois sont cependant situées à peu près dans le même plan et éclairées par conséquent sous une même incidence, mais la première est plus vigoureuse. Le géotropisme, y étant pour ce motif devenu plus énergique, contrebalance l'action de la lumière, qui, pour soustraire les feuilles à l'ombre portée par le rameau, tend à les écarter de chaque côté. Cet exemple est bien propre à démontrer l'influence du géotropisme. L'action de la lumière n'est cependant pas annulée, même dans cette pousse terminale. En effet, l'angle que forment avec le rameau les aiguilles de la face supérieure est plus aigu que l'angle formé par celles de la face infé-



rieure, ce qui tient à ce que ces dernières, impuissantes à s'écarter du rameau dans le sens horizontal pour fuir l'ombre projetée par lui, cherchent du moins à s'en écarter dans le sens vertical.

De ce que la raie est moins accentuée dans les rameaux du dernier verticille, il s'ensuit que sur une branche quelconque d'un verticille inférieur les aiguilles de l'entre nœud le plus âgé ont une raie beaucoup moins prononcée que celles des entre nœuds suivants, parce que, à une certaine époque, cet entre nœud a fait partie du verticille terminal. La structure des aiguilles de ce dernier indique aussi une végétation plus vigoureuse, même à la face inférieure. Leur épaisseur est plus considérable. Comme l'éclairage est sensiblement le même, le parenchyme est homogène sur toute la périphérie.

γ.) La disposition des aiguilles sur un rameau du verticille supérieur établit une transition entre la disposition qui existe sur les autres rameaux et celle qu'on remarque sur la flèche. Si en effet nous examinons cette dernière sur un sujet assez vigoureux pour qu'elle ait 50 à 60 centimètres de long, nous remarquons que les aiguilles sont disposées régulièrement à sa périphérie. Recevant également la lumière sur tous leurs côtés, elles sont orientées par rapport à elle de la même manière. Comme elles sont très vigoureuses, le géotropisme agit énergiquement sur elles et annule presque entièrement l'action directrice de la lumière; aussi l'angle qu'elles forment avec la flèche est très aigu, et parfois même leur direction est parallèle à celle de cette flèche, contre laquelle elles s'appliquent. Cela se remarque surtout dans la partie inférieure correspondant à la pousse de printemps; dans la partie supérieure développée en été quand la végétation est déjà ralentie, les aiguilles s'écartent davantage. Elles y sont aussi moins nombreuses et ont une moindre épaisseur. Le géotropisme exerce sur elles une action plus faible.

La structure des aiguilles de la flèche diffère, à plusieurs égards, de celle des aiguilles des rameaux. Leur section transversale a la forme d'un losange à diagonales égales et assez longues, ce qui donne à ces aiguilles des dimensions considérables en largeur et en épaisseur. Tous leurs éléments sont plus volumineux. On y remarque souvent une ou deux files de stomates en plus et, sous l'épiderme, deux rangées de cellules scléreuses, et parfois trois, le long de l'arête extérieure. Les canaux résineux sont volumineux et bordés de deux ou trois rangs de cellules sécrétantes. Ils se trouvent le long des deux arêtes, dont le plan est tangent à la flèche. La structure du parenchyme assimilateur est homogène. Toutefois, dans celles de ces aiguilles qui sont appliquées contre la cime, on observe sous ce rapport une légère différence, car elles ne sont pas éclairées également sur tout leur pourtour. Du côté où elles touchent la flèche, elles reçoivent évidemment moins de lumière que du côté opposé. Aussi les



cellules palissadiformes y sont-elles un peu moins grandes. Enfin le piquant formé de cellules scléreuses qui termine les aiguilles est plus développé dans celles de la flèche que dans celles des rameaux. Si l'on examine les entre nœuds inférieurs de l'arbre pour voir quelles modifications l'âge apporte dans la structure et la disposition des aiguilles, on remarque que celles-ci sont plus distantes les unes des autres à cause du grossissement de la tige et plus écartées de cette dernière, ce qui tient à ce que, leur vigueur ayant diminué, il en a été de même du géotropisme. Leurs éléments, ayant perdu de leur turgescence, sont devenus moins volumineux, et par suite les aiguilles sont moins grosses.

Les Épicéas isolés qu'on plante comme arbres d'ornement dans les jardins, hors des régions où cette espèce est spontanée, présentent quelques particularités intéressantes. Les individus jeunes et vigoureux, végétant dans un sol substantiel, offrent au premier abord un aspect étrange à l'observateur habitué à voir ces arbres dans les forêts. Ils paraissent plus touffus, plus ramifiés. Un examen attentif fait reconnaître que cette apparence est due à l'évolution de tous les bourgeons latéraux, dont un grand nombre reste, dans les montagnes, à l'état dormant. La végétation de cet arbre pendant la première jeunesse est si active au contraire dans la plaine, par suite des conditions de sol et de climat plus favorables, que tous les bourgeons qui garnissent un rameau se développent l'année suivante. Cependant il n'en est pas ainsi dans les deux ou trois premières années qui suivent la plantation, surtout quand celle-ci n'ayant pas été faite avec soin, le plant languit. Il subsiste alors quelques bourgeons à la base des rameaux latéraux; mais, lorsque le plant a repris sa vigueur, ces bourgeons entrent en activité. Seulement, comme ils se trouvent sur des entrenœuds déjà âgés, noyés dans l'ombre que projettent les branches voisines, ils ne parviennent à former que de petits rameaux couverts d'aiguilles grêles et très courtes, réparties régulièrement sur tout leur contour, sans qu'on y remarque de raie, bien que ces rameaux soient souvent dirigés horizontalement. Il en est de même sur tous les rameaux des jeunes plantations à végétation languissante. La disposition des aiguilles est donc ici à peu près la même que sur une pousse vigoureuse, mais pour un motif bien différent. Elles croissent dans leur direction initiale sans subir de déviation sensible, soit de la part du géotropisme, soit de la part de la lumière. Cette observation est intéressante, en ce qu'elle montre que l'intensité de l'action directrice de la lumière sur une feuille varie dans le même sens que la vigueur de végétation de cet organe, fait qui était déjà établi en ce qui concerne le géotropisme.

Il arrive parfois qu'un jeune rameau de l'année soit attaqué par le



*Kermes Abietis*. Dans ce cas, une galle d'aspect caractéristique se produit généralement à la face inférieure. Sur ce point, les tissus sont arrêtés dans leur formation, tandis qu'ils acquièrent un surcroît de développement à la face opposée (1). Il en résulte une courbure à convexité tournée vers le haut. A la partie concave occupée par la galle, les aiguilles restent rudimentaires, tandis que dans la région convexe elles atteignent des dimensions anormales. Par suite de cette courbure, le rameau se trouve infléchi vers le bas. Les aiguilles situées au delà de la courbure se redressent et forment avec le rameau un angle qui dépasse souvent 90 degrés, parce que, étant très vigoureuses, elles sont fortement influencées par le géotropisme. Cette force concordant avec l'action directrice de la lumière, les aiguilles se trouvent ainsi placées dans une direction presque horizontale. Il arrive parfois que le sommet du rameau prolongeant sa croissance se relève en vertu du géotropisme et devient presque vertical. Les feuilles qui le garnissent et qui étaient déjà nées avant le redressement, se rapprochant alors, forment avec lui un angle moins ouvert que dans le premier cas, mais plus ouvert cependant que sur les branches normales, parce qu'elles ne peuvent complètement rectifier leur direction première.

Dans le cas précédent, l'action du géotropisme est très énergique, parce que les aiguilles sont vigoureuses; mais il n'en est plus de même lorsque la végétation est languissante. C'est ainsi que, sur les individus isolés d'un âge déjà avancé, les branches inférieures, devenues très longues et cédant à leur poids, ne peuvent conserver la position horizontale. Elles s'infléchissent vers le bas, ce qui produit cet aspect pleureur, caractéristique des *Épicéas* assez âgés, et plus prononcé, pour des causes individuelles, dans certains sujets que dans d'autres. Les aiguilles qui garnissent ces rameaux pendants sont grêles et peu vigoureuses. Ne subissant par suite que faiblement les effets du géotropisme, elles ne se redressent pas et restent dirigées vers le bas en formant avec le rameau un angle aigu.

Puisque la disposition des aiguilles d'*Épicéa* résulte de l'action combinée du géotropisme et de la lumière, il était intéressant de rechercher quels changements elle subirait sur des rameaux placés à l'obscurité ou modifiés dans leur situation. Voici ce que j'ai observé :

Ayant soustrait au jour, en l'enveloppant d'un sac d'étoffe noire, un jeune rameau en voie de développement et sur lequel on ne remarquait encore au-

(1) Il semble que cet excès de développement soit dû non seulement à ce que les tissus opposés à ceux de la région atteinte profitent de la nourriture destinée à ces derniers, mais encore à ce que, par suite de cet excès de nourriture, leur activité végétative est exagérée et leur permet d'en attirer encore davantage : ce qui produit des hypertrophies de tissus. Le poids d'un rameau semblable est en effet souvent supérieur au poids des rameaux voisins appartenant au même verticille.



cune différence dans l'orientation des aiguilles, je constatai, quinze jours après, que celles-ci s'étaient écartées à la face inférieure, ménageant entre elles la raie dont j'ai parlé. Ce résultat était-il dû à une action inductive de la lumière produite pendant les quelques jours qui s'étaient écoulés entre l'épanouissement du bourgeon et le début de l'expérience, action dont l'effet ne se serait fait sentir qu'ensuite (1)? Pour s'en assurer, il faudrait mettre à l'obscurité le bourgeon avant son épanouissement, et voir si, dans ces conditions, la raie se formerait encore.

Lorsqu'on retourne un rameau pourvu de feuilles à tissu hétérogène, on sait que par une succession de légers mouvements, variables du reste suivant les espèces, par des courbures, des torsions du pétiole et même du limbe, ce dernier se redresse et s'oriente, de manière à présenter à la lumière et par la voie la plus directe, la page supérieure. L'action de la lumière est donc accompagnée ici d'une sorte de polarité. Bien que ce retournement se produise avec un maximum d'intensité chez les feuilles dont la croissance est dans la plus grande période, il a lieu également, mais avec moins d'énergie dans les feuilles jeunes, ainsi que dans celles dont la croissance est achevée depuis quelque temps. Si l'on courbe légèrement l'extrémité d'un rameau latéral d'Épicéa avant l'épanouissement de son bourgeon terminal, le jeune rameau se développe presque horizontalement. Seulement, au lieu de se trouver dans le prolongement du rameau plus ancien, il s'étend sous lui. Or, dans cette position anormale, l'action de la lumière et du géotropisme se combinant comme d'habitude, les aiguilles s'écartent à la face inférieure du jeune rameau, de telle sorte que si on le ramène ensuite dans le prolongement de la branche, la raie se trouve être à la face supérieure. Ce cas se présente parfois dans la nature, par exemple quand une branche, dans le cours de sa croissance, vient buter contre un obstacle. Ne pouvant plus s'allonger dans la direction primitive, elle se recourbe généralement vers le bas et se développe ensuite horizontalement.

Lorsque les jeunes pousses d'Épicéa sont frappées par les gelées printanières, il arrive parfois que, sans être atteintes au point de périr, elles perdent leur turgescence. Elles deviennent molles et leur extrémité s'incline vers le sol. La lignification les surprenant avant qu'elles aient repris leur turgescence, elles demeurent ainsi définitivement courbées. Quand le bourgeon terminal n'a pas été détruit, il se développe l'année suivante dans cette position.

Si l'on place verticalement, le bourgeon terminal tourné vers le bas, un

(1) Un fait analogue se produit dans les germinations étiolées. J'ai remarqué que les feuilles, dans ces conditions, ne s'ouvrent pas; mais si, même au début de la germination, elles ont été exposées au jour, ne fût-ce que pendant peu de temps, elles s'ouvrent ensuite à l'obscurité. (*Compt. rend. Acad. des sc.*, 11 décembre 1882.)



rameau d'Épicéa en voie d'évolution, il conserve cette situation, ou bien son extrémité cherche à se relever par une courbure dirigée en sens inverse de la première : ce qui dépend à la fois de son degré de vigueur et de la période d'évolution à laquelle se fait l'expérience. Dans la portion verticale de ce rameau, les aiguilles se redressent plus ou moins, suivant l'énergie de leur activité végétative, et la raie qui avait commencé à se dessiner s'efface. Si le rameau est grêle et peu vigoureux, on ne constate même aucun redressement des aiguilles, et cette observation, rapprochée de celle qui montre les aiguilles situées verticalement sur la flèche, est bien de nature à mettre en évidence le rôle important joué par le géotropisme dans l'orientation des feuilles.

Mais lorsqu'on fait cette expérience sur un rameau dont la croissance est terminée, en l'infléchissant vers le bas ou vers le haut, les aiguilles ne cherchent pas, d'une manière appréciable du moins, à changer de position. La raie subsiste. Il en est de même si l'on dispose horizontalement un rameau vertical. Les aiguilles ne se déplacent pas, la raie ne se forme pas à la face inférieure. On doit donc conclure de ces résultats que, lorsqu'elles sont adultes, les aiguilles d'Épicéa ne sont plus capables de mouvements bien sensibles. D'autre part, elles ne paraissent pas être douées de polarité, même quand elles sont jeunes : ce qui se comprend d'ailleurs, puisque sur toute leur périphérie, le parenchyme assimilateur possède à peu près la même structure.

§ II. — *Épicéas situés en plein massif*. — Il y a ici deux cas à distinguer :  $\alpha$ .) quand les arbres sont dominés par ceux qui les avoisinent ;  $\beta$ .) quand leur cime dépasse les individus environnants et se trouve en pleine lumière.

$\alpha$ .) Dans le premier cas, la végétation de la flèche, aussi bien que celle des branches, est très ralentie. Les bourgeons ne se développent pas tous ou donnent naissance seulement à des rameaux grêles. La cime n'acquiert que des dimensions exigües, et il est à remarquer qu'elle est presque toujours plus courte que les branches du verticille qui l'avoisine, tandis que c'est le contraire dans les individus isolés. Les aiguilles des rameaux sont aussi moins nombreuses, et par suite plus espacées. L'angle formé avec le rameau qui les supporte est toujours plus ouvert. À la face inférieure elles divergent encore ; mais, par suite de l'affaiblissement du géotropisme, elles ne peuvent pas toujours se maintenir dans un plan horizontal. Les rangées latérales sont réduites à deux ou trois, et les aiguilles qui les garnissent sont généralement situées à plat. Comme elles sont clairsemées, elles ne se gênent pas mutuellement et n'ont pas besoin de se placer plus ou moins de profil. Celles qui se trouvent sur le verticille le plus élevé sont aussi disposées horizontalement et s'écartent à la face inférieure des rameaux,



parce que ceux-ci, à cause de leur peu de vigueur, restent étalés horizontalement. Enfin, sur la flèche, elles forment avec elle un angle très ouvert, qui parfois devient droit.

En raison de la similitude d'orientation qui caractérise toutes ces aiguilles ombragées, ainsi que de leur situation horizontale et à plat, elles présentent une grande homogénéité de structure, comme toutes les aiguilles peu vigoureuses. Leurs dimensions sont exigües en largeur et principalement en épaisseur. Sur les sections transversales, la différence des diagonales est toujours assez considérable. Tous les éléments sont petits; les files de stomates sont réduites à une ou deux; les canaux résineux font souvent défaut ou bien ont des calibres très étroits, les cellules sécrétantes étant réduites à un seul rang; enfin le revêtement scléreux hypodermique se double rarement, même le long des arêtes.

$\beta$ . Lorsque les *Épicéas* situés en massif ont une cime qui s'élève au-dessus du couvert avoisinant, la flèche et le verticille supérieur acquièrent des dimensions plus considérables même que sur les individus isolés, parce que les régions inférieures, ayant une végétation languissante, attirent peu les matières nutritives, qui se portent alors à la cime. Il n'est pas rare de voir dans ce cas une et quelquefois deux ou trois branches du verticille se relever et prendre une position presque verticale (1). Les aiguilles qui les garnissent ont alors tous les caractères précédemment décrits des aiguilles vigoureuses.

§ III. — *Épicéas situés sur la lisière des massifs*. — Sur tous les rameaux situés du côté opposé au massif, la structure et la disposition des aiguilles sont les mêmes que celles signalées plus haut dans les individus isolés, tandis que, sur les rameaux tournés du côté du massif, les aiguilles sont disposées comme dans les sujets qui y sont complètement enfouis. Il en résulte que les premiers prennent un grand développement, tandis que les seconds restent toujours exigus. Sur les premiers, les aiguilles persistent cinq, six et sept ans; sur les autres, au contraire, elles tombent souvent dès la troisième et la quatrième année.

Bien que dans cette étude je me sois occupé plus spécialement de l'*Abies excelsa*, mon attention a cependant été appelée incidemment sur son congénère l'*A. pectinata*, qui, dans maints endroits, vit associé avec lui dans les Vosges. Les quelques observations que j'ai faites sur cette dernière espèce m'ont fait voir que les dispositions des aiguilles y varient également suivant l'intensité de la lumière. Ainsi, lorsqu'elles sont om-

(1) C'est ce qui arrive du reste aussi, quand les pousses du bas, dont l'évolution dans l'*Épicéa* précède toujours celle des pousses supérieures, sont atteintes par la gelée, sans qu'il en soit de même de ces dernières.

(2) *Bull. Soc. bot.* t. XXVII, p. 23.



bragées, les branches sont garnies d'un moins grand nombre d'aiguilles ; celles-ci ont d'ailleurs, comme dans l'Épicéa, des longueurs différentes, et forment avec le rameau des angles variables, de manière à recevoir la lumière passant dans leurs interstices. Elles divergent à la face inférieure du rameau, en ménageant entre elles une raie ou sillon ; mais, contrairement à ce qui a lieu dans l'Épicéa, elles s'étalent aussi horizontalement et à plat à la face supérieure, où une raie semblable se remarque. Toutefois, sur les rameaux des individus vigoureux placés au jour, le nombre des aiguilles est plus considérable. Celles-ci sont disposées à la face supérieure, à peu près comme dans l'Épicéa, c'est-à-dire de profil, et il n'existe de raie qu'à la face inférieure. Ces dispositions diverses sont dues à l'influence directrice de la lumière, dont la mise en évidence fait l'objet principal de cette note. Les feuilles latérales, ne recevant qu'une lumière affaiblie par suite de l'ombre des feuilles situées au-dessus d'elles, se mettent à plat pour la recevoir le plus normalement possible. Celles de la face inférieure s'écartent pour ne pas être recouvertes par le rameau qui les porte ; celles de la face supérieure enfin, éclairées directement, se placent de champ, position qui leur est avantageuse, parce que en raison de leur grand nombre, elles se portent ainsi le moins possible ombrage. Si dans les rameaux peu vigoureux, placés sous massif, les aiguilles s'étalent à plat à la face supérieure comme à l'inférieure, c'est d'abord parce que, ne recevant qu'une lumière atténuée, elles cherchent à la recevoir du moins sous l'incidence la plus avantageuse ; ensuite parce que, en raison de leur petit nombre, elles n'ont pas à craindre de se nuire mutuellement.

Les aiguilles de la flèche ne sont pas placées verticalement comme dans l'Épicéa, mais horizontalement et à plat. Cependant, dans les individus isolés et très vigoureux, leur direction est légèrement oblique, ce qu'il faut attribuer à l'énergie du géotropisme.

La notice suivante est déposée sur le bureau, et sa lecture est ajournée à la prochaine séance, en raison des communications orales qui sont encore inscrites à l'ordre du jour.

NOTICE SUR L'HERBIER ET LA FLORE DES PYRÉNÉES DE PHILIPPE,  
par **M. Henri LORET.**

Rien, à mon sens, ne conduit plus sûrement à la connaissance des espèces végétales qu'une recherche assidue de toutes les formes dans des pays divers ! Mais l'examen fréquent et attentif de nombreuses plantes sèches est également indispensable au botaniste qui veut reconnaître cou-